

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANTS : Seung-Kee YANG et al.
SERIAL NO. : Not Yet Assigned
FILED : September 8, 2003
FOR : LIGHT RECEIVING ELEMENT AND METHOD OF
MANUFACTURING THE SAME

PETITION FOR GRANT OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

MAIL STOP PATENT APPLICATION
COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. BOX 1450
ALEXANDRIA, VA. 22313-1450

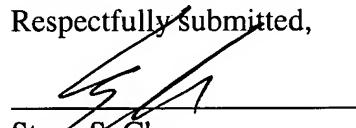
Dear Sir:

Applicant hereby petitions for grant of priority of the present Application on the basis of the following prior filed foreign Application:

<u>COUNTRY</u>	<u>SERIAL NO.</u>	<u>FILING DATE</u>
Republic of Korea	2003-19621	March 28, 2003

To perfect Applicant's claim to priority, a certified copy of the above listed prior filed Application is enclosed. Acknowledgment of Applicant's perfection of claim to priority is accordingly requested.

Respectfully submitted,



Steve S. Cha
Attorney for Applicant
Registration No. 44,069

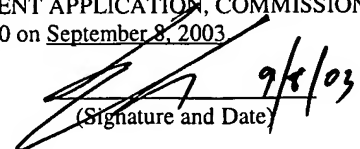
CHA & REITER
411 Hackensack Ave, 9th floor
Hackensack, NJ 07601
(201)518-5518

Date: September 8, 2003

Certificate of Mailing Under 37 CFR 1.8

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to MAIL STOP PATENT APPLICATION, COMMISSIONER FOR PATENTS, P. O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA. 22313-1450 on September 8, 2003

Steve S. Cha, Reg. No. 44,069
Name of Registered Rep.)



(Signature and Date) 9/8/03

대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2003-0019621
Application Number

출원년월일 : 2003년 03월 28일
Date of Application MAR 28, 2003

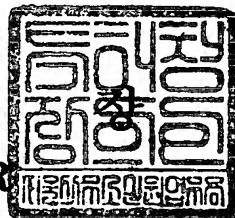
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 05 월 27 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0002
【제출일자】	2003.03.28
【국제특허분류】	G02B
【발명의 명칭】	수광소자 및 그 제조방법
【발명의 영문명칭】	PHOTO DETECTOR AND METHOD FOR FABRICATING THEREOF
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	2003-001449-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	양승기
【성명의 영문표기】	YANG, Seung Kee
【주민등록번호】	660730-1018720
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 살구골7단지아파트 현대아파트 730동 1 401호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	추안구
【성명의 영문표기】	CH00, Ahn Goo
【주민등록번호】	590208-1644616
【우편번호】	135-866
【주소】	서울특별시 강남구 삼성1동 홍실아파트 1-701
【국적】	KR
【심사청구】	청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
이건주 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20	면	29,000	원
【가산출원료】	10	면	10,000	원
【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	24	항	877,000	원
【합계】	916,000			원

【요약서】**【요약】**

본 발명은 광원으로부터 발생된 광신호를 수신하여 전기신호로 변환하는 수광소자 및 그 제조방법에 관한 것이다.

본 발명의 수광소자는 제1 도전형의 반도체 기판, 제2 도전형의 반도체층 및 상기 반도체 기판 및 제2 도전형의 반도체층 사이에 개재된 광 흡수층을 포함하며, 상기 반도체 기판은 상기 광신호가 굴절되어 입사되도록 광신호 입사면이 경사지게 형성된 제1 그루브와, 상기 굴절되어 입사된 광신호를 전반사시켜 상기 광 흡수층에 흡수되도록 하는 제2 그루브를 포함하여 구성됨으로써 상기 광신호의 상기 광 흡수층으로의 수직 입사 편차를 최소화한 것을 특징으로 한다.

【대표도】

도 2

【색인어】

광결합, 수직입사, 2차원 패키지, 3차원 패키지, 그루브, 무반사, 전반사

【명세서】

【발명의 명칭】

수광소자 및 그 제조방법{PHOTO DETECTOR AND METHOD FOR FABRICATING THEREOF}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 면 굴절 입사형 광검출기의 구조를 나타낸 단면도,
도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 수광소자의 구조를 나타낸 단면도,
도 3은 여러 반도체 물질의 파장에 따른 흡수계수를 나타낸 도면,
도 4는 스넬의 법칙(Snell's Law)을 설명하기 위한 도면,
도 5는 전반사의 원리를 설명하기 위한 도면,
도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 수광소자의 구조를 나타낸 단면도,
도 7a 내지 도 7e는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 수광소자의 제조과정을 나타낸 단면도들.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<8> 본 발명은 광원으로부터 발생된 광신호를 수신하여 전기신호로 변환하는 수광소자 및 그 제조방법에 관한 것이다.

- <9> 광결합의 목적은 레이저 다이오드, 광섬유(fiber), PLC(Planar Lightwave Circuit) 소자 등의 광원에서 방출된 광을 그 경로를 파악해서 최적으로 손실 없이 광 수신면에 도달하도록 함으로써 광신호를 전기신호로 전환시키는데 있다.
- <10> 일반적으로, 수직입사형 포토다이오드(Vertical Photo Diode)의 경우 수평입사형(Waveguide Photo diode)에 비해 신뢰성이 많은 연구를 통해서 입증되어 있다. 그러나, 수직입사형 포토다이오드는 패키지(package) 구성 시 광결합이 대부분 3차원(3 dimension)적인 방법으로 이루어진다. 즉, 조립시 광소자의 수직위치까지 정렬해야 한다.
- <11> 현재 개발되고 있는 초저가 모듈을 제조하기 위해서는 완전자동화, 즉 칩 마운팅(chip mounting) 방식으로 광모듈 제작이 이루어져야만 한다. 따라서, 레이저다이오드와 포토다이오드(LD to PD), 광섬유와 포토다이오드(Fiber to PD), PLC(Planar Light Circuit)와 포토다이오드(PLC to PD) 사이의 광결합 등 대부분의 분야에서 2차원(2 Dimension) 광결합이 필수적이다.
- <12> 도 1은 종래 2차원 광결합을 위한 광검출기(photo detector)의 구조를 나타낸 단면도로써, 상기 광검출기는 소위 면 굴절 입사형(Edge-illuminated Refracting-Facet) 구조의 수광소자이다.
- <13> 상기 면 굴절 입사형 광검출기는 InP 기판(1), 광 입사면(2), n-InP(3), 광 흡수층(photo-absorption part, 4), p-InP(5), p-전극(6) 및 n-전극(7)을 포함하며, 광(LIGHT)이 입사되는 기판(1)의 단면(2)을 습식식각(wet etching)하여 임의의

각(θ)을 갖도록 비스듬하게 형성함으로써 광이 광 흡수층(4)으로 굴절되어 입사되도록 하는 구조를 갖는다. 이와 같이 굴절된 광이 광 흡수층(4)에 입사될 때, 수직으로 입사되는 광에 비해 유효흡수길이(effective absorption length)가 증가하여 수신감도를 향상시킬 수 있다.

<14> 그러나, 상기 종래의 광검출기는 각이진 비스듬한 평면(angled facet)을 구현하기 위해 화학적 식각 공정을 수행해야 하므로 소자의 재현성과 균일성 면에서 불안정한 공정이 될 가능성이 높다.

<15> 더욱이, 비스듬하게 메사 식각(mesa etching)된 면에 광이 입사될 때 광의 반사를 줄이기 위해 무반사(Anti-Reflective coating)층을 증착할 경우, 상기 종래의 구조에서는 반드시 바(Bar)를 세우는 공정을 수반해야 하므로 공정의 난이도가 증가하게 되고, 이로 인해 생산수율이 저하되는 문제점을 안고 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<16> 따라서, 본 발명의 목적은 광원으로부터 발생된 광신호를 2차원적인으로 광결합시킬 수 있는 수직구조의 수광소자를 제공하는데 있다.

<17> 본 발명의 다른 목적은 간단한 제조공정을 통해 구현할 수 있는 수광소자 및 그 제조방법을 제공하는데 있다.

<18> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 광신호를 수신하여 전기신호로 변환하는 수광소자에 있어서, 제1 도전형의 반도체 기판, 제2 도전형의 반도체층 및 상기 반도체 기판 및 제2 도전형의 반도체층 사이에 개재된 광 흡수층을 포함하며,

상기 반도체 기판은 상기 광신호가 굴절되어 입사되도록 광신호 입사면이 경사지게 형성된 제1 그루브와, 상기 제1 그루브에 의해 굴절되어 입사된 광신호를 전반사시켜 상기 광 흡수층에 흡수되도록 전반사층이 형성된 제2 그루브를 포함하여 구성됨으로써 상기 광신호의 상기 광 흡수층으로의 수직 입사 편차를 최소화한 것을 특징으로 한다.

- <19> 상기 반도체 기판은 습식용액을 이용한 식각시 결정구조상 특정 결정방향이 늦게 식각 되어 식각 후의 프로파일이 경사진 모양을 이루는 것이 바람직하며, IV족, II-VI족, III-V족 반도체 기판으로 이루어질 수 있다.
- <20> 상기 제1 그루브 및 제2 그루브는 경사각이 수평방향에 대해 거의 50°내지 60°를 이루며, 유(U) 또는 브이(V) 형상을 갖는 것이 바람직하다.
- <21> 상기 전반사층은 공기층, 진공층 또는 스킨 뎀스(skin depth) 두께 이상의 두께를 갖는 금속층으로 된 것이 바람직하다.
- <22> 더욱이, 본 발명의 수광소자는 상기 제2 도전형의 반도체층 위에 형성된 제2 도전형의 전극과, 상기 제1 그루브 또는 제 2 그루브가 형성되지 않은 상기 반도체 기판의 배면에 형성된 제1 도전형의 전극을 더 포함하는 것이 바람직하다.
- <23> 상기 다른 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 수광소자 제조방법은 제 1 도전형을 갖는 반도체 기판에 상기 반도체 기판과 동일한 도전형을 갖는 제1 반도체층, 광흡수층 및 상기 제1 반도체층과 동일한 도전형을 갖는 제2 반도체층을 성장시키는 과정과; 불순물 확산에 의해 선택적으로 상기 제2 반도체층을 제2 도전형으로 전환시키는 과정과; 상기 반도체 기판을 습식식각하여 제1 그루브 및 제2 그루브를 형성하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<24> 바람직하게는, 상기 제1 그루브에 무반사층을 형성하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

<25> 더욱 바람직하게는, 상기 제2 그루브에 전반사층을 형성하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

<26> 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부한 도 2 내지 도 7을 참조하여 상세히 설명한다. 도면에서 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 참조번호 및 부호로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

<27> 먼저, 도 2 내지 도 5를 통해 본 발명의 구조 및 동작원리를 설명하면 다음과 같다. 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 수광소자의 구조를 나타낸 단면도이고, 도 3은 여러 반도체 물질의 파장에 따른 흡수계수를 나타낸 도면이다. 또한, 도 4는 스넬의 법칙(Snell's Law)을 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 전반사의 원리를 설명하기 위한 도면이다.

<28> 도 2를 참조하면, 본 발명의 수광소자(100)는 n-InP 기판(110, 제1 반도체층)과, 상기 기판(110) 위에 형성된 InGaAs 광 흡수층(120)과, 상기 광 흡수층(120) 위에 형성된 InP 윈도우층(130)과, 상기 윈도우층(130)의 소정영역에 형성된 p-InP 활성영역(제2 반도체층)과, 상기 윈도우층(130) 위에 형성된 패시베이션층(150)과, 상기 활성영역

(140) 위에 형성된 p-전극(160)과, 상기 기판(110) 저면에 형성된 n-전극(170)과, 상기 기판(110) 배면에 형성된 SiN_x 무반사층(170)과, 전반사층(180) 및 n-전극(190)을 포함하여 구성된다.

<29> 상기 기판(110)은 결정구조상 특정 결정방향이 늦게 식각되는 특성을 이용하는 습 식용액을 이용한 식각시 (111)면이 늦게 식각되어 식각후의 프로파일이 경사진 모양을 이루는 반도체 물질로 이루어지며, IV족, II-VI족, III-V족 반도체 기판을 화학기상증착법(MOCVD)을 이용하여 단결정 성장한다.

<30> 상기 광 흡수층(120)은 흡수하고자 하는 광신호의 파장에 따라 그 파장의 밴드갭 (bandgap) 에너지보다 작은 물질로 구성하며, 일반적으로 InGaAs 물질을 사용하고 있다.

<31> 상기 윈도우층(130)은 상기 광 흡수층(120)과는 반대로 흡수하고자하는 파장에 따라 그 파장의 에너지 밴드갭보다 큰 물질로 구성하며, InP 물질을 사용할 수 있다.

<32> 상기 활성영역(140)은 상기 광 흡수층(120)을 통해 흡수된 광신호를 전기신호로 변환하는 역할을 수행하며, 상기 윈도우층(130)에 상기 기판(110)과 반대되는 도전형의 불순물을 선택적으로 확산시켜 형성한다.

<33> 상기 패시베이션층(150)은 하부의 상기 윈도우층(130)의 계면의 산화를 방지하며, 실리콘 질화막 등의 유전물질을 이용해 형성한다.

<34> 상기 p-전극(160) 및 n-전극(190)은 상기 활성영역(140)에서 광전 변환된 전기신호를 외부회로로 검출하며, 금속물질로 형성한다.

<35> 상기 무반사층(Anti-Reflective Coating, 170)은 레이저, 광섬유, PLC 등의 임의의 광원으로부터 입력되는 광신호(LIGHT)를 반사 없이 상기 기판(110) 내부로 통과시키는

역할을 한다. 상기 기판(110)의 배면을 비스듬하게 경사지게 식각하여 형성된 제1 그루브(groove) 면(A)에 무반사 물질을 증착하여 형성할 수 있다. 이때, 상기 무반사층(170)은 필요에 따라 형성하지 않을 수도 있다. 무반사층(170)이 없을 경우 파장에 따라 30 내지 35% 정도가 반사되고 나머지 광 신호만 통과하게 된다. 따라서, 반사 즉, 광손실 정도와 공정의 편의성 및 광소자의 특성 등을 고려하여 무반사층(121)의 적용여부를 결정한다. 예를 들면, 광신호의 모니터링 기능을 수행하는 MPD(Monitor Photo Diode)의 경우는 공정의 편의상 무반사층(170)을 형성하지 않는 것이 바람직하다.

<36> 상기 전반사층(180)은 상기 무반사층(170)을 통해 기판(110) 내부로 입력된 광신호를 굴절 없이 모두 반사시키며, 상기 기판(110)의 배면을 비스듬하게 경사지게 식각하여 형성된 상기 제2 그루브 면(B)에 여타의 물질층을 형성하지 않고 공기 또는 진공층으로 형성시켜 입사광이 전반사 되도록 할 수 있다. 또한, 제2 그루브(groove) 면(B)에 CVD(Chemical Vapor Deposition), PVD(Physical Vapor Deposition) 등을 통해 전반사 물질을 증착하여 형성할 수도 있다.

<37> 상기 구조를 갖는 수광소자의 동작은 다음과 같다.

<38> 다시 도 2를 참조하면, 레이저, 광섬유, PLC 등의 임의의 광원으로부터 입력되는 광신호(LIGHT)는 상기 제1 그루브 면(A)에 도달하게 되고, 제1 그루브 면(A)에 형성된 무반사층(170)에 의해 n-InP 기판(110) 내부로 진행한다. 이때, 도 3에 도시된 바와 같이 상기 n-InP 기판(110)은 현재 일반적으로 사용중인 광통신용 광신호의 파장대인 $1.3\mu\text{m}$ (1eV의 에너지 밴드갭) 및 $1.55\mu\text{m}$ (0.8eV의 에너지 밴드갭)를 전혀 흡수하지 못하고 통과시킨다. 그 이유는 InP의 에너지 밴드갭은 상온에서 1.3eV 정도로 매우 커서 흡수가 전혀 일어나지 않고 마치 유리를 가시광선이 통과하듯이 전진하기 때문이다. 따라서, 입

사광(LIGHT)은 굴절되지만 광신호의 손실 없이 제1 그루브를 통과해서 전진하게 된다.

이와 같이 입사광은 서로 다른 매질을 통과할 때마다 굴절하게 되는데, 이는 광이 성질이 다른 매질의 경계면을 통과할 때 광의 휨 정도를 정의한 스넬의 법칙(Snell's Law)에 의해 파악할 수 있다.

<39> 도 4를 참조하면, $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ (Snell's Law)

<40> 여기서, n_1 은 입사층의 굴절률, θ_1 은 입사계면의 수직에 대한 입사광의 각도, n_2 는 입사될 층의 굴절률, θ_2 는 입사계면의 수직에 대한 입사될 광의 각도를 각각 나타낸다.

<41> 따라서, 본 실시예에서는 공기(굴절률 = 1)에서 무반사층(170)(SiN_x 굴절률 = 2.0)으로 입사될 때 굴절되고, 무반사층(170)에서 기판(InP 굴절률 = 3.47)으로 입사될 때 다시 굴절하게 된다. 만일 무반사층(170)이 다층으로 형성된다면 다층막의 개수만큼 더 굴절하게 된다.

<42> 기판(110) 내부로 전진한 광($\theta_3=25.7^\circ$)은 전반사층(180)으로 된 제2 그루브 면(B)에서 전반사 되어 광신호의 손실 없이 광 흡수층(120)으로 입사된다. 이때, 제2 그루브 면(B)에서의 전반사 원리는 다음과 같다.

<43> 도 5를 참조하면, 광이 굴절률이 큰 매질(InP 기판 굴절률 = 3.47)에서 그보다 굴절률이 작은 매질(공기 굴절률 = 1)로 입사하는 경우, 스넬의 법칙에 의해 1번 광선에 보이듯 입사각보다 굴절각이 크게 된다. 입사각이 점점 커지다 2번 광선과 같이 그 입사각이 임계각(θ_c)이 되었을 때 굴절각이 90° 가 된다. 그리고, 3번 광선의 경우와 같이 입사각이 임계각보다 크게 되면 모든 광선이 굴절은 하지 않고 반사하게 된다.

<44> 전술한 스넬의 법칙을 적용하면,

<45> $n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90^\circ$

<46> $\sin \theta_c = n_2/n_1$

<47> 본 실시예에서 $\sin \theta_c = n_{(\text{air})}/n_{(\text{InP})}$ 이므로 임계각(θ_c)은 16.7° 이며, $\theta_4=29^\circ$ 이다. 따라서, 입사되는 경계면의 수직에 대하여 임계각인 16.7° 보다 큰 $61^\circ(90^\circ-29^\circ=61^\circ)$ 의 각을 이루므로 제2 그루브 면(B)에서 굴절되지 않고 전반사 된다.

<48> 이와 같이 제2 그루브에 의해 반사된 광은 광흡수층으로의 수직입사 각도(θ_5)가 97° 내지 94° 정도로 중심축에서 벗어난 정도가 매우 작다.

<49> 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 수광소자의 구조를 나타낸 단면도로써, 상기 전반사층(180)을 금속층(200)으로 형성한 것을 제외하고는 도 2의 구성과 동일하므로 중복기재를 피하기 위해 본 실시예에서는 상기 금속층(200)에 대해서만 설명하기로 한다.

<50> 상기 제2 그루브 면(B)에 금속층(200)을 형성하면, 광신호는 금속면에서 전반사가 이루어진다. 다만, 금속(metal)의 종류 및 파장에 따라 대개 30\AA 내지 60\AA 정도의 스킨 뎁스(skin depth)를 가지므로, 스킨 뎁스 두께 이상의 두께가 되도록 금속층(200)을 형성한다.

<51> 도 7a 내지 도 7e는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 수광소자의 제조과정을 나타낸 단면도들로서, 이를 통해 본 발명구조의 수광소자 제조방법을 살펴보면 다음과 같다. 참고로, 본 실시예는 광신호가 반사 없이 기판 내부로 입사되도록 제1 그루브 면(A)

에 무반사층이 형성되고, 제2 그루브 면(B)은 공기층으로 된 전반사층이 형성된 구조에 관한 것이다.

<52> 먼저, 도 7a에 도시된 바와 같이 n-형 InP 기판(110)을 화학기상증착법(MOCVD)을 이용하여 단결정 성장시켜, InP 버퍼층(도시하지 않음), 광흡수층(120), 윈도우층(130)을 차례로 형성한다. 상기 광 흡수층(120)은 흡수하고자 하는 광신호의 파장에 따라 그 파장의 에너지 밴드갭(bandgap)보다 작은 물질로 구성하며, 일반적으로 InGaAs 물질을 사용하고 있다. 상기 윈도우층(130)은 상기 광 흡수층(120)과는 반대로 흡수하고자하는 파장에 따라 그 파장의 에너지 밴드갭보다 큰 물질로 구성하며, InP 물질을 사용할 수 있다.

<53> 이어서, 도 7b에 도시된 바와 같이 상기 윈도우층(130)의 소정영역에 선택적으로 p-형 불순물을 확산시켜 p-형 InP 활성영역(140)을 형성한 다음, 상기 윈도우층(130) 계면의 산화 방지를 위해 유전물질을 이용하여 패시베이션층(150)을 형성한 후 상기 활성 영역(140) 위에 p-전극(160)을 형성한다.

<54> 다음으로, 도 7c에 도시된 바와 같이 상기 InP 기판(110)을 일정두께로 얇게 갈아 낸(Thinning Process) 다음 상기 InP 기판(110) 배면에 선택적으로 식각마스크(210)를 형성한다. 이때, 형성되는 식각마스크(210)에 의해 제1 그루브 영역(220) 및 제2 그루브 영역(230)이 결정되며, 상기 제1 그루브 영역(220)은 상기 InP 기판(110)의 일측 가장자리 일부가 되도록 한다. 상기 식각마스크(210)는 SiO_2 , SiN_x 와 같은 유전막, 포토 레지스트(PR) 등으로 형성할 수 있다.

<55> 계속해서, 상기 InP 기판(110)을 습식식각법을 이용하여 식각한다. 이때, 식각 용액은 기판(110)의 종류에 달라질 수 있지만, 결정구조상 (111)면이 가장 늦게 식각되는

특성을 이용하여 항상 (111)면이 나타나도록 한다. 예를 들면, 본 실시예에서와 같이 InP 기판(110)일 경우 HCl계, HBr계 또는 Br-Me(OH)계 식각용액을 사용하며, Si의 경우 KOH계 용액을, GaAs는 H₂SO₄계를 사용하여 (111)면을 얻을 수 있다. 이렇게 형성된 (111)면의 경사각은 물질 및 에칭용액등에 따라 다르지만 수평방향에 대해 대부분 55도°의 각을 이룬다. 습식식각 공정을 통해, 도 7d에 도시된 바와 같이 제1 그루브(A) 및 제2 그루브(B)를 형성한 다음, 상기 식각마스크(210)를 제거한다.

<56> 끝으로, 도 7e에 도시된 바와 같이 상기 제1 그루브(A)에 PECVD 또는 스퍼터(Sputter)를 이용해서 무반사층(170)을 형성한 다음, n-전극(190)을 형성한다. 이때, 상기 무반사층(170)은 입사광이 반사되어 신호가 손실되지 않도록 무반사 조건을 이루는 두께와 조성을 선택하여 증착한다.

<57> 한편, 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 예를 들어, 기판에 제1 그루브 및 제2 그루브를 이용하여 광신호를 굴절 및 반사시킴으로써 광신호의 경로를 전환하는 기술사상은 IV족, II-VI족, III-V족 기판을 사용해서 제작된 수신소자에 다양하게 적용할 수 있다.

<58> 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

【발명의 효과】

- <59> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 수광소자는 기판 내부에서 굴절과 반사를 통해 광신호의 광 흡수층으로의 수직입사 각도를 브이-그루브(V-groove)의 경사각이 55° 일 경우 97° 내지 94° 정도로 개선할 수 있다. 따라서, 광손실을 최소화할 수 있으며, 기판의 두께에 따라 광신호의 벗어남 정도를 나타내는 수직입사 편차가 매우 작아 공정마진이 크게 개선되는 효과가 있다.
- <60> 또한 본 발명은, 종래 2차원 패키징이 불가능한 수직구조의 수광소자를 사용하면서도 2차원 패키징이 가능하도록 한다. 따라서, 광결합 작업시 자유도(degree of freedom)가 3개에서 2개로 줄어듦에 따라 작업 에러를 줄일 수 있다.
- <61> 또한, 본 발명의 수광소자 제조방법에 의하면, 비교적 간단한 PECVD 공정을 이용하여 그루브 면에 무반사층을 형성할 수 있어 공정 수율이 증대되는 효과를 얻을 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

광신호를 수신하여 전기신호로 변환하는 수광소자에 있어서,

제 1 도전형의 반도체 기판, 제2 도전형의 반도체층 및 상기 반도체 기판 및 제2 도전형의 반도체층 사이에 개재된 광 흡수층을 포함하며, 상기 반도체 기판은

상기 광신호가 굴절되어 입사되도록 상기 광신호 입사면에 경사지게 형성된 제1 그루브와,

상기 제1 그루브에 의해 굴절되어 입사된 광신호를 전반사시켜 상기 광 흡수층에 흡수되도록 하는 제2 그루브를 포함하여 구성됨으로써 상기 광신호의 상기 광 흡수층으로의 수직 입사 편차를 최소화한 것을 특징으로 하는 수광소자.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 상기 반도체 기판은

습식용액을 이용한 식각시 결정구조상 특정 결정방향이 늦게 식각되어 식각 후의 프로파일이 경사진 모양을 이루는 반도체 물질로 된 것을 특징으로 하는 수광소자.

【청구항 3】

제 2 항에 있어서, 상기 반도체 기판은

습식용액을 이용한 식각 후 (111) 면을 드러내는 것을 특징으로 하는 수광소자.

【청구항 4】

제 3 항에 있어서, 상기 반도체 기판은

IV족, II-VI족, III-V족 반도체 기판인 것을 특징으로 하는 수광소자.

【청구항 5】

제 1 항에 있어서, 상기 제1 그루브 및 제2 그루브는

경사각이 수평방향에 대해 대개 50° 내지 60° 를 이루는 것을 특징으로 하는 수광소자.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서, 상기 제1 그루브 또는 제2 그루브는

유(U) 또는 브이(V) 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 수광소자.

【청구항 7】

제 1 항에 있어서, 상기 제1 그루브는

상기 광신호가 반사 없이 굴절되어 상기 반도체 기판으로 입사되도록 무반사층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수광소자.

【청구항 8】

제 7 항에 있어서, 상기 무반사층은 화학기상증착(Chemical Vapor Deposition) 또는 물리적기상증착(Physical Vapor Deposition)을 통한 증착막인 것을 특징으로 하는 수광소자.

【청구항 9】

제 1 항에 있어서, 상기 제2 그루브는

전반사층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수광소자.

【청구항 10】

제 9 항에 있어서, 상기 전반사층은

스킨 뎁스(skin depth) 두께 이상의 두께를 갖는 금속층으로 된 것을 특징으로 하는 수광소자.

【청구항 11】

제 10 항에 있어서, 상기 반도체 기판과 금속층 사이에 유전막을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수광소자.

【청구항 12】

제 1 항에 있어서, 상기 기판의 에너지 밴드갭은

상기 광신호의 에너지 밴드갭보다 큰 것을 특징으로 하는 수광소자.

【청구항 13】

제 1 항에 있어서, 상기 제2 도전형의 반도체층 위에 형성된 제2 도전형의 전극과,
상기 제1 그루브 또는 제 2 그루브가 형성되지 않은 상기 반도체 기판의 배면에 형성된 제1 도전형의 전극을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수광소자.

【청구항 14】

제 1 항 내지 제 13항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 반도체 기판 위에 형성된 제1 도전형의 반도체층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수광소자.

【청구항 15】

제 1 도전형을 갖는 반도체 기판에 상기 반도체 기판과 동일한 도전형을 갖는 제1 반도체층, 광흡수층 및 상기 제1 반도체층과 동일한 도전형을 갖는 제2 반도체층을 성장시키는 과정과;

불순물 확산에 의해 선택적으로 상기 제2 반도체층을 제2 도전형으로 전환시키는 과정과;

상기 반도체 기판을 습식식각하여 제1 그루브 및 제2 그루브를 형성하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 수광소자 제조방법.

【청구항 16】

제 15 항에 있어서, 상기 반도체 기판은

습식식각 시 결정구조상 특정 결정방향이 늦게 식각 되어 식각 후의 프로파일이 경사진 모양을 이루는 IV족, II-VI족, III-V족 반도체 기판인 것을 특징으로 하는 수광소자 제조방법.

【청구항 17】

제 16 항에 있어서, 상기 반도체 기판은

InP 기판, 실리콘 기판, GaAs 기판 중 어느 하나로 된 것을 특징으로 하는 수광소자 제조방법.

【청구항 18】

제 17 항에 있어서, 상기 제1 그루브 및 제2 그루브 형성을 위한 식각 용액은

상기 반도체 기판의 (111)면을 드러낼 수 있는 용액을 사용하는 것을 특징으로 하는 수광소자 제조방법.

【청구항 19】

제 15 항에 있어서, 상기 제1 그루브에 무반사층을 형성하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수광소자 제조방법.

【청구항 20】

제 19 항에 있어서, 상기 무반사층은

화학기상증착(Cheical Vapor Deposition) 또는 물리적기상증착(Physical Vapor Deposition)법에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 수광소자 제조방법.

【청구항 21】

제 15 항 내지 제 20 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 그루브에 금속층으로 된 전반사층을 형성하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수광소자 제조방법.

【청구항 22】

제 21 항에 있어서, 상기 금속층은

스킨 뎁스(skin depth) 두께 이상의 두께를 갖도록 형성되는 것을 특징으로 하는 수광소자 제조방법.

【청구항 23】

제 21 항에 있어서, 상기 반도체 기판과 금속층 사이에

유전막을 형성하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수광소자 제조방법.

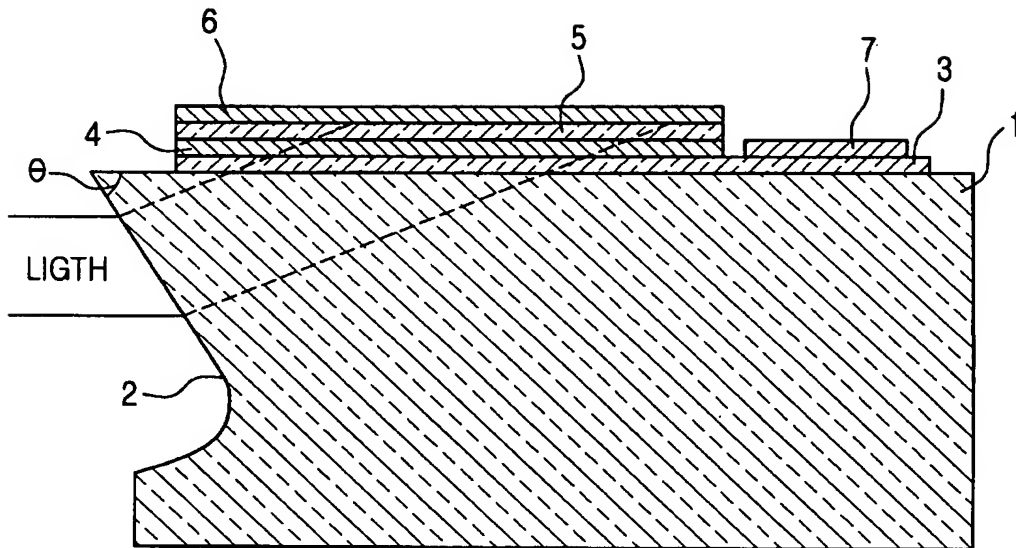
【청구항 24】

제 15 항에 있어서, 상기 제2 도전형의 제2 반도체층 위에 제2 도전형의 전극을 형성하는 과정과,

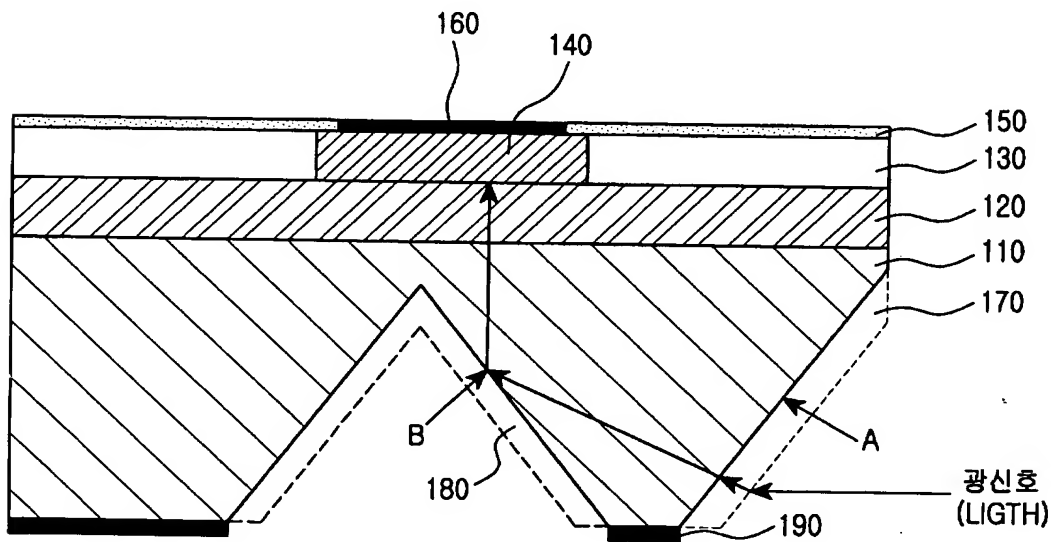
상기 제1 그루브 또는 제 2 그루브가 형성되지 않은 상기 반도체 기판의 배면에 제1 도전형의 전극을 형성하는 과정을 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 수광소자 제조방법.

【도면】

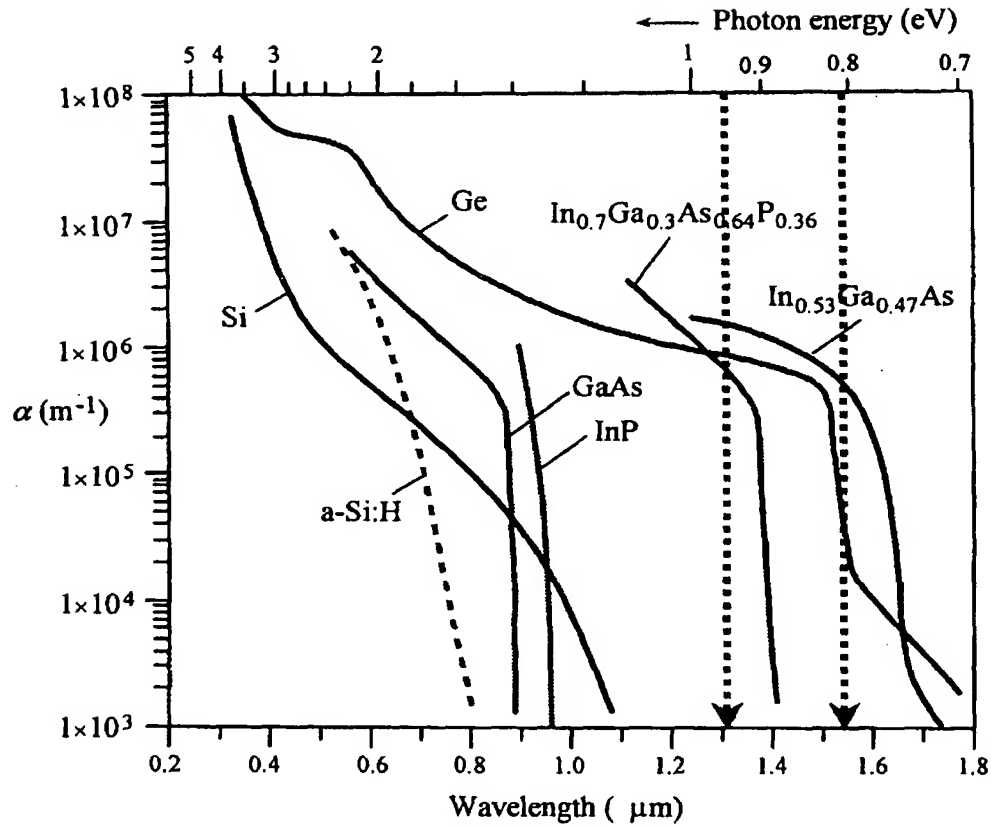
【도 1】



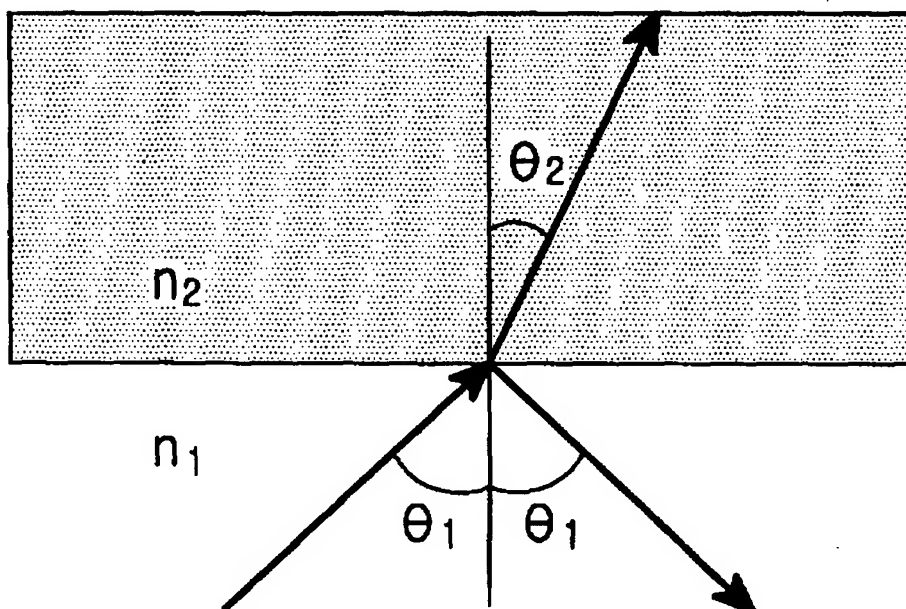
【도 2】



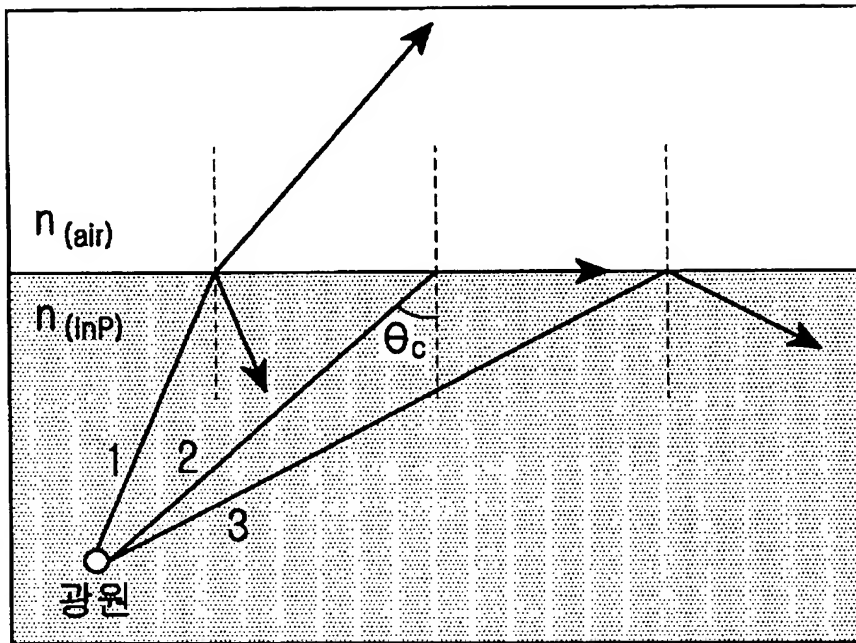
【도 3】



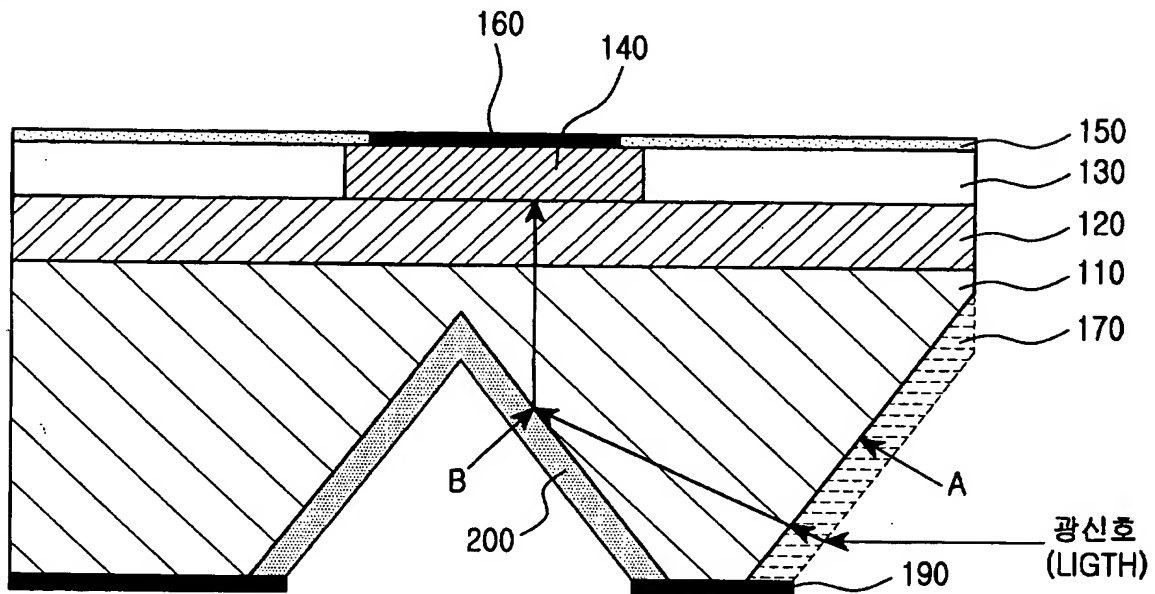
【도 4】



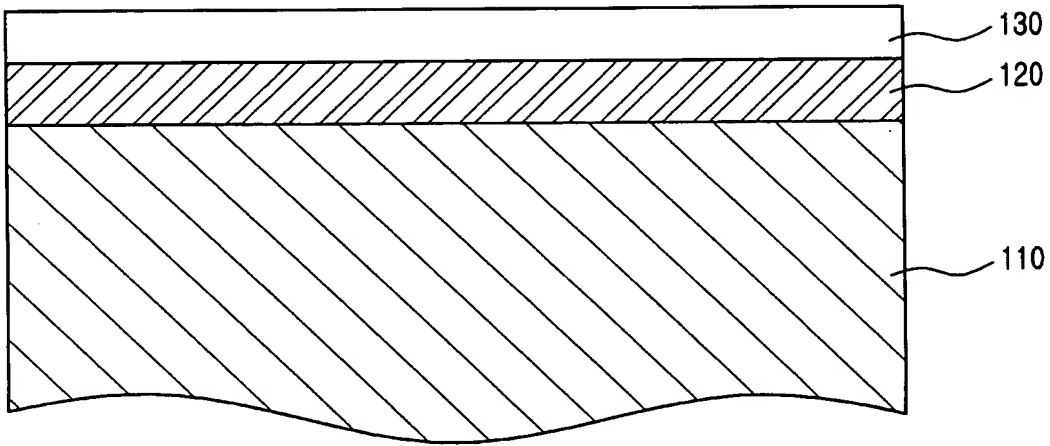
【도 5】



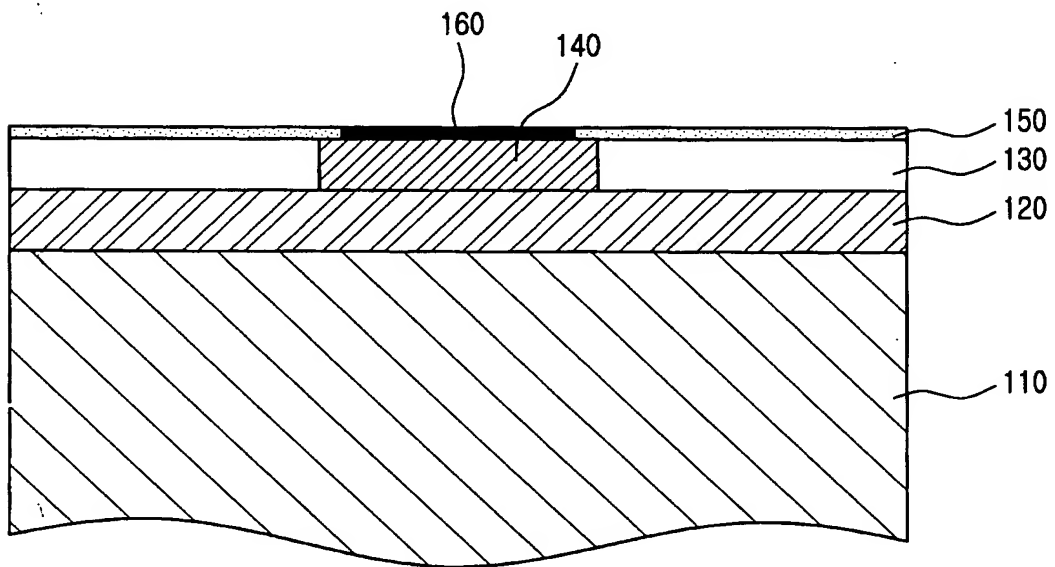
【도 6】



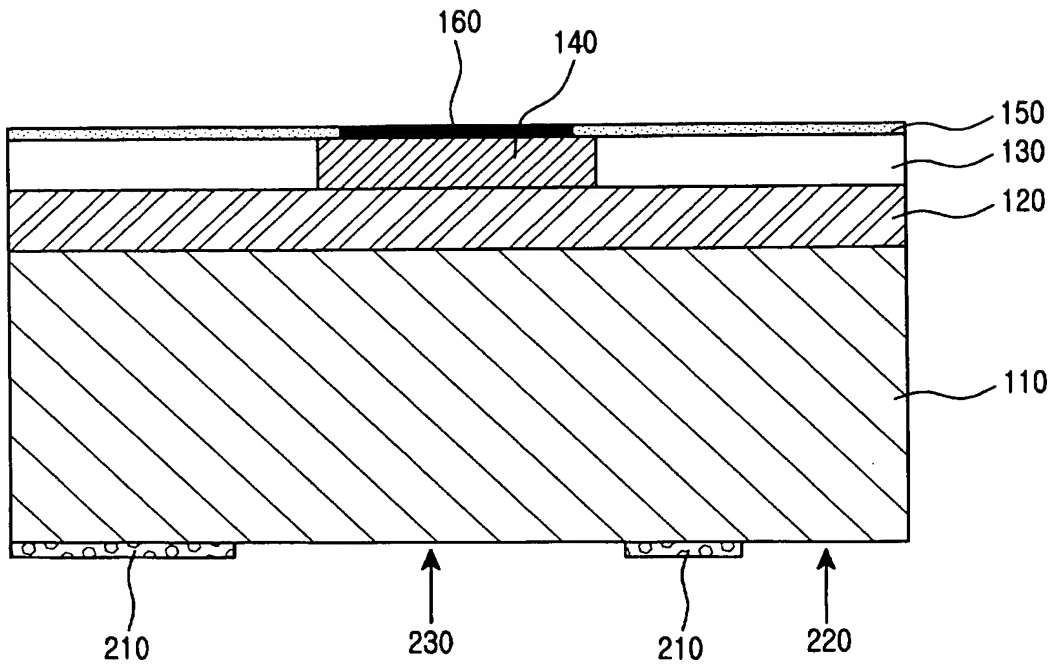
【도 7a】



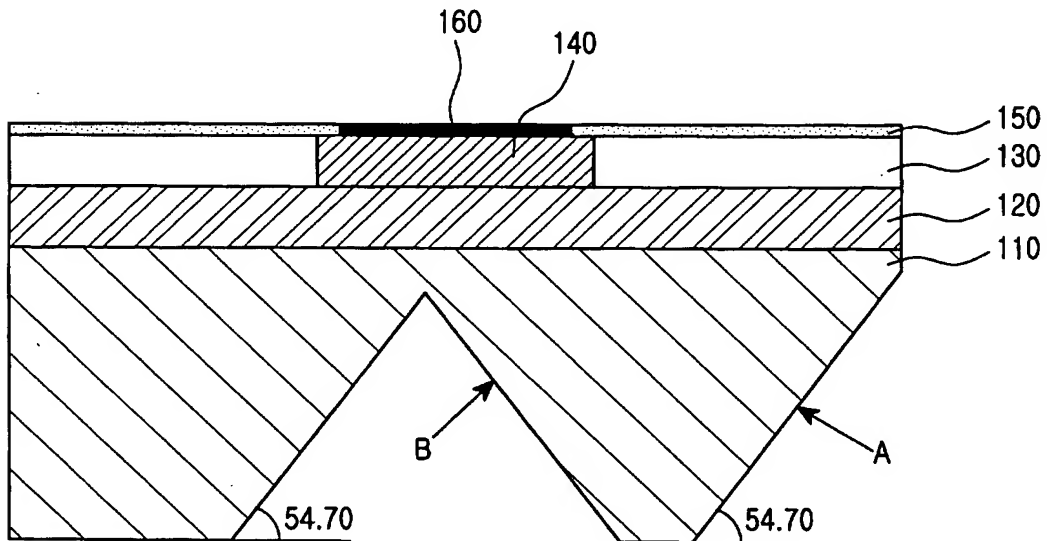
【도 7b】



【도 7c】



【도 7d】



【도 7e】

